

ENDOSCOPE APPARATUS

Publication number: JP2003079570 (A)

Publication date: 2003-03-18

Inventor(s): MICHIGUCHI NOBUYUKI +

Applicant(s): OLYMPUS OPTICAL CO +

Classification:

- international: A61B1/00; A61B1/04; G02B23/26; H04N3/15; H04N5/225; H04N5/335; H04N7/18; A61B5/00; A61B1/00; A61B1/04; G02B23/26; H04N3/15; H04N5/225; H04N5/335; H04N7/18; A61B5/00; (IPC1-7): A61B1/00; A61B1/04; G02B23/26; H04N7/18

- European: A61B1/04; H04N3/15F; H04N5/225L; H04N5/335

Application number: JP20010278645 20010913

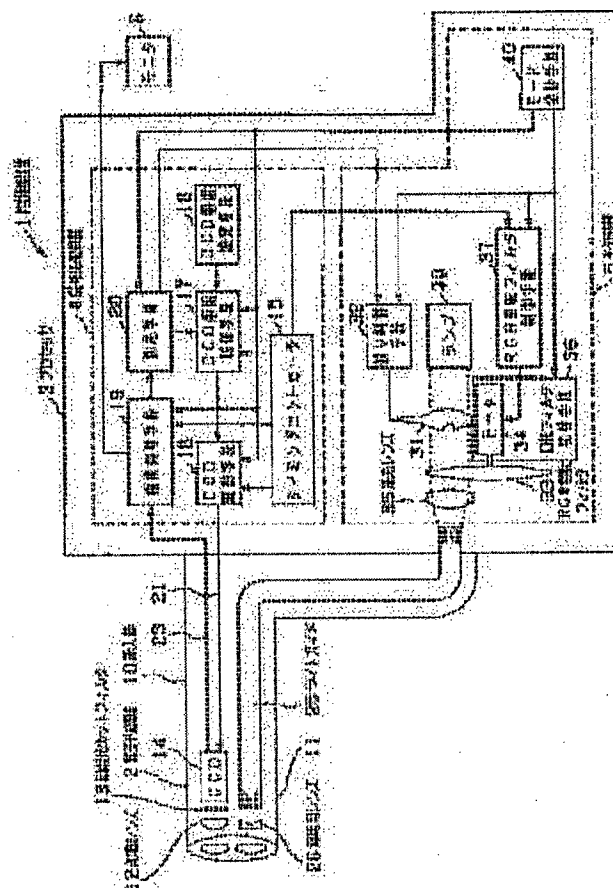
Priority number(s): JP20010278645 20010913

Also published as:

EP1294186 (A2)
EP1294186 (A3)
US2003050532 (A1)

Abstract of JP 2003079570 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To use one solid imaging element to pick up images of light trays having a plurality of specific wavelength ranges, while capturing fluorescence and reflected light that greatly differ in strength as images with appropriate brightness for each, during fluoroscopy that uses the fluorescence and reflected light. **SOLUTION:** This endoscope apparatus 1 comprises an endoscope 2, a processor 3, and a monitor 6. The processor 3 has built therein a signal processing device 4 and a light source device 5. The endoscope 2 has an insertion part 10, an objective lens 12, an excitation light cutting filter 13, a CCD 14, a lightguide 25, and an illuminating lens 26. The light source device 5 can apply light rays having a plurality of specific wavelength ranges to the subject of imaging. A CCD drive means 16, a CCD sensitivity control means 17, and a CCD sensitivity ratio setting means 18 constitute a charge multiplication ratio setting means for setting the multiplication ratio of a charge between the light rays having the plurality of specific wavelength ranges, received by the CCD 14.



(11)特許出願公開番号

特開2003-79570

(P2003-79570A)

(43)公開日 平成15年3月18日(2003.3.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	サーチコード*(参考)
A 6 1 B 1/04	3 7 2	A 6 1 B 1/04	3 7 2 2 H 0 4 0
1/00	3 0 0	1/00	3 0 0 D 4 C 0 6 1
G 0 2 B 23/26		G 0 2 B 23/26	B 5 C 0 5 4
			D
H 0 4 N 7/18		H 0 4 N 7/18	M

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2001-278645(P2001-278645)

(22) 出願日 平成13年9月13日(2001.9.13)

(71)出願人 0000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 道口 信行

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

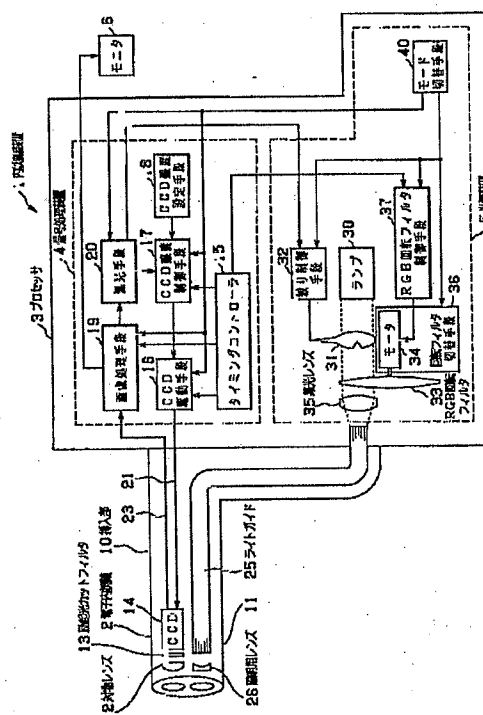
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】1つの固体撮像素子で複数の特定波長領域の光の撮像を行うとともに、蛍光と反射光を用いた蛍光観察時に、強度が大きく異なる蛍光と反射光を、それぞれ適切な明るさの画像として捉える。

【解決手段】内視鏡装置１は、内視鏡２と、プロセッサ３と、モニタ６とから構成されている。プロセッサ３は、信号処理装置４及び光源装置５を内蔵している。内視鏡２は、挿入部１０と、対物レンズ１２と、励起光カットフィルタ１３と、ＣＣＤ１４と、ライトガイド２５と、照明用レンズ２６とを有して構成されている。光源装置５は、複数の特定波長領域の光を順次被写体に照射可能になっている。ＣＣＤ駆動手段１６、ＣＣＤ感度制御手段１７及びＣＣＤ感度設定手段１８は、前記ＣＣＤ１４で受光する前記複数の特定波長領域の光の間の電荷増倍率の比率を設定する電荷増倍比率設定手段になっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の特定波長領域の光を順次被写体に照射可能な光源装置と、

前記被写体に照射された光に基づく光信号を受光し、この光信号を増倍する電荷増倍率の変更が可能な固体撮像素子と、

前記固体撮像素子からの出力信号を処理する信号処理手段と、

前記固体撮像素子で受光する前記複数の特定波長領域の光の間の電荷増倍率の比率を設定する電荷増倍比率設定手段と、

を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項2】 前記固体撮像素子は、電荷増倍機構を有し、この電荷増倍機構にパルス状の高電界駆動信号が加えられることにより前記電荷増倍率の変更を行い、前記電荷増倍比率設定手段は、前記パルス状の高電界駆動信号のパルス数を変更することにより前記電荷増倍率の比率を設定することを特徴とする請求項1記載の内視鏡装置。

【請求項3】 前記固体撮像素子は、電荷増倍機構を有し、この電荷増倍機構にパルス状の高電界駆動信号が加えられることにより前記電荷増倍率の変更を行い、前記電荷増倍比率設定手段は、前記パルス状の高電界駆動信号のパルス電圧を変更することにより前記電荷増倍率の比率を設定することを特徴とする請求項1記載の内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の特定波長領域の光を順次被写体へ照射することにより被写体から得られる光に基づく画像を得る内視鏡装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、一般に、固体撮像素子を有する内視鏡で内視鏡検査を行う内視鏡装置は、電子内視鏡等の内視鏡と、プロセッサと、光源装置と、モニタとで構成されている。このような内視鏡装置は、内視鏡の挿入部を体腔内に挿入して、光源装置からの照射光を内視鏡に内蔵されたライトガイドを経由して被写体に照射し、照射光が照射された被写体からの反射光を内視鏡先端に配設された固体撮像素子で光電変換して得られる出力信号をプロセッサで信号処理し、この信号をモニタに表示するようになっている。

【0003】さらに、近年、生体組織の観察対象部位へ励起光を照射し、この励起光によって生体組織から発生する自家蛍光や生体へ注入しておいた薬剤の蛍光を2次元画像として撮像し、その蛍光画像から生体組織のガン等の疾患状態（例えば、疾患の種類や浸潤範囲）を診断する技術が用いられつつあり、この蛍光観察を行うための蛍光観察装置が開発されている。

【0004】自家蛍光においては、生体組織に励起光を

照射すると、その励起光より長波長側に蛍光が発生する。生体における蛍光物質としては、例えばコラーゲン、NADH（ニコチンアミドアデニンジクレオチド）、FMN（フラビンモノヌクレオチド）等がある。最近では、このような蛍光を発生する生体内因性物質と疾患との相互関係が明確になりつつあり、これらの蛍光によりガン等の診断が可能になってきている。

【0005】また、薬剤の蛍光においては、生体内へ注入する蛍光物質としては、HpD（ヘマトポルフィリン）、Photofrin、ALA（ δ -amino levulinic acid）等が用いられる。これらの薬剤はガン等への集積性があり、これらを生体内へ注入して蛍光を観察することで疾患部位を診断できる。また、モノクローナル抗体に蛍光物質を付加させ、抗原抗体反応により病変部に蛍光物質を集積させる方法もある。

【0006】このような状況に対応して、本件出願人による特願2000-143541号には、蛍光単色画像取得を目的として、蛍光画像の画面平均が一定となる、つまり、モニタの明るさが一定となるように内視鏡先端に搭載されたCCDの感度を可変とする蛍光観察装置が一実施の形態として開示されている。

【0007】また、特開平10-309282号公報には、スコープに外付けされたイメージインテンシファイア及び感度可変CCDにて蛍光と反射光を撮像し、合成画像として表示することにより、器官の構造が明瞭に観察でき、正確な診断が可能な蛍光観察装置が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特願2000-143541号に開示されている蛍光観察装置にて蛍光と反射光を取得することを考えると、CCDの感度を蛍光画像の画面平均が一定になるように設定すると、蛍光強度は反射光強度に対して微弱であるため反射光は飽和してしまい蛍光画像と反射光画像の適切な合成画像が得られなかった。また、CCD感度を反射光画像の画面平均が一定になるように設定すると、反射光強度は蛍光強度に対して非常に大きいため蛍光画像が暗すぎて適切な合成画像が得られなかった。蛍光画像と反射光画像を合成画像として適切に処理及び表示するには、蛍光と反射光画像のそれぞれを飽和することなく、かつ、暗すぎず、適切な明るさの画像を得ることが必要となるが、蛍光と反射光強度が大きく異なる場合には、特願2000-143541号に開示されている蛍光観察装置では対応が困難であった。

【0009】また、特開平10-309282号公報に開示されている蛍光観察装置では、複数の特定波長領域の光となる蛍光と反射光に対応して、大型かつ高価な部品となるイメージインテンシファイアやCCDが複数必要になるため、小型化及び製造コストの低減が困難であった。

【0010】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、1つの固体撮像素子で複数の特定波長領域の光の撮像を行うとともに、強度が大きく異なる複数の特定波長領域の光を、それぞれ適切な明るさの画像として捉え、これらの合成した画像を適切な状態にすることができ、内視鏡装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため請求項1に記載の内視鏡装置は、複数の特定波長領域の光を順次被写体に照射可能な光源装置と、前記被写体に照射された光に基づく光信号を受光し、この光信号を増倍する電荷増倍率の変更が可能な固体撮像素子と、前記固体撮像素子からの出力信号を処理する信号処理手段と、前記固体撮像素子で受光する前記複数の特定波長領域の光の間の電荷増倍率の比率を設定する電荷増倍率設定手段と、を備えたことを特徴とする。

【0012】請求項1に記載の内視鏡装置では、1つの固体撮像素子で複数の特定波長領域の光の撮像を行うとともに、電荷増倍率設定手段が固体撮像素子で受光する複数の特定波長領域の光の間の電荷増倍率の比率を適切な値に設定するので、強度が大きく異なる複数の特定波長領域の光を、それぞれ適切な明るさの画像として捉え、これらの合成した画像を適切な状態にすることができ。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態)図1ないし図9は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は内視鏡装置の概略の構成を示すブロック図、図2はCCD駆動のタイミングチャート、図3はCCD感度に関する感度制御パルスφCMDのパルス数(CMDパルス)とCMD増倍率の関係を示すグラフ、図4はCCD感度特性における被写体強度と出力信号の出力レベルとの関係を示すグラフ、図5はCCD感度特性における被写体強度と出力信号のS/Nとの関係を示すグラフ、図6はRGB回転フィルタに設けた2つのフィルタセットの構成を示す正面図、図7は蛍光観察における光源装置の分光特性を示すグラフ、図8は蛍光観察における蛍光及び反射光の分光特性を示すグラフ、図9はCCD感度に関する感度制御パルスφCMDのパルス数とCMD増倍率の関係を示すグラフである。

【0014】(構成)図1に示すように、内視鏡装置1は、固体撮像素子を内蔵した電子内視鏡(内視鏡と略記)2と、プロセッサ3と、モニタ6とから構成されている。

【0015】プロセッサ3は、内視鏡2が着脱自在な状態で接続され、信号処理装置4及び光源装置5を内蔵している。モニタ6は、プロセッサ3に接続され、プロセッサ3で信号処理された映像信号を表示する。

【0016】内視鏡2は、患者体腔内に挿入される細長の挿入部10と、対物レンズ12と、励起光カットフィルタ13と、固体撮像素子の電荷結合素子(CCDと略記)14と、ライトガイド25と、照明用レンズ26とを有して構成されている。

【0017】信号処理装置4は、タイミングコントローラ15と、CCD駆動手段16と、CCD感度制御手段17と、CCD感度設定手段18と、画像処理手段19と、測光手段20とを有して構成されている。

【0018】光源装置5は、ランプ30と、絞り31と、絞り制御手段32と、RGB回転フィルタ33と、モータ34と、集光レンズ35と、回転フィルタ切替手段36と、RGB回転フィルタ制御手段37と、モード切替手段40とを有して構成されている。光源装置5は、複数の特定波長領域の光を順次被写体に照射可能になっている。

【0019】CCD14は、前記被写体に照射された光に基づく光信号を受光し、この光信号を増倍する電荷増倍率の変更が可能な固体撮像素子になっている。

【0020】画像処理手段19は、前記CCD14からの出力信号を処理する信号処理手段になっている。

【0021】CCD駆動手段16、CCD感度制御手段17及びCCD感度設定手段18は、前記CCD14で受光する前記複数の特定波長領域の光の間の電荷増倍率の比率を設定する電荷増倍率設定手段になっている。

【0022】前記CCD14は、電荷増倍機構CMD(Charge Multiplying Detector)を有し、この電荷増倍機構CMDにパルス状の高電界駆動信号が加えられることにより前記電荷増倍率の変更を行うようになっている。前記電荷増倍率設定手段は、前記パルス状の高電界駆動信号のパルス数を変更することによりCCD14の前記電荷増倍率の比率を設定するようになっている。

【0023】次に、内視鏡2について詳細に説明する。内視鏡2の挿入部10の先端部11には、対物レンズ12と、励起光カットフィルタ13と、CCD14と、ライトガイド25の先端側と、照明用レンズ26とが内蔵されている。

【0024】ライトガイド25は照明光を伝達する光学繊維の束である。ライトガイド25の先端面側には照明用レンズ26が設けられている。

【0025】光源装置5からの各種分光特性を有する照明光は、ライトガイド25により内視鏡2内を伝達され、照明用レンズ26を介して被写体に順次照射される。

【0026】対物レンズ12は、照明用レンズ26により照明光が照射された生体組織等の被写体の像を結像する。対物レンズ12の結像位置には、CCD14の受光面が配置されている。CCD14前面には、ある特定の波長領域のみを透過させる励起光カットフィルタ13が配置されている。励起光カットフィルタ13は、例えば

生体組織から発せられる自家蛍光の波長帯域を透過させて励起光を透過させない分光特性を有している。

【0027】CCD14は、駆動信号線21を介してプロセッサ3内の信号処理装置4に設けられたCCD駆動手段16に接続されるとともに、CCD出力信号線23を介しプロセッサ3内に設けられた画像処理手段19に接続されている。

【0028】CCD14は、CCD駆動手段16で生成された駆動信号により受光面の露光、感度制御及び読み出しを行い、読み出した出力信号を画像処理手段19に供給する。

【0029】これにより、対物レンズ12及び励起光カットフィルタ13を介しCCD14の受光面に結像された被写体像は、CCD14により電気信号に変換されて読み出され、この出力信号が画像処理手段19に供給される。

【0030】ここで、CCD14は、US.PAT.No.5,337,340 "Charge Multiplying Detector (CMD) suitable for small pixel CCD image sensors": "小ピクセルのCCD撮像素子に適合した電荷増倍機構"に記載されているものを用いている。即ち、CCD14には、画素毎あるいは水平レジスタと検出アンプの間に電荷増倍機構CMD (CMDはCharge Multiplying Detector) が設けてある。

【0031】このようなCCD14において、電荷増倍機構CMDにプロセッサから高電界 (エネルギーギャップの約1.5倍程度のエネルギー) のパルス状の電圧を印加すると、電荷増倍機構CMDにより信号電荷が強電界からエネルギーを得て価電子帯の電子に衝突し、衝突電離現象により新たに信号電荷が生成される。そして、電荷増倍機構CMDは、ある強度 (振幅) を持った複数のパルスが順次印加されることにより衝突電離が次々に起きて信号電荷を次々に生成することで、信号電荷数を任意に増倍することが可能になっている。

【0032】本実施の形態のCCD14においては、電荷増倍機構CMDを画素毎に搭載したモノクロCCDを用いている。

【0033】次に、CCD駆動手段16からCCD14に供給される駆動信号について図2を参照して説明する。

【0034】図2は特殊光モード時における駆動信号とCCD出力信号の関係を示すタイミングチャートであり、図2(a)は特殊光モード時のRGB回転フィルタ33の動作、図2(b)及び図2(c)はそれぞれCCD14に供給される垂直転送パルス $\Phi P1$ 、 $\Phi P2$ 、図2(d)はCCD14に供給される感度制御パルス ϕCMD 、図2(e)及び図2(f)はそれぞれCCD14に供給される水平転送パルス $\Phi S1$ 、 $\Phi S2$ 、図2(g)はCCD14の出力信号である。

【0035】特殊光モード時において、RGB回転フィ

ルタ33は露光期間($T1$)と遮光期間($T2+T3$)で1サイクルの動作になっている。

【0036】期間 $T1$ は、ランプ30からの光を内視鏡2側に透過させる露光期間である。この期間 $T1$ 中にCCD14は被写体からその受光面に入射された光を光電変換により信号電荷として蓄積する。

【0037】遮光期間($T2+T3$)は、ランプ30からの光を遮光してCCD14に読み出しを行わせる遮光期間になっている。

【0038】期間 $T2$ 中にCCD14の電荷増倍機構CMDには、CCD駆動手段16から図2(d)に示す複数のパルスの感度制御パルス ϕCMD が供給される。これにより、期間 $T2$ 中にCCD14は期間 $T1$ で蓄積された信号電荷を電荷増倍機構CMDにて増倍する。

【0039】期間 $T3$ 中にCCD14は、1水平ライン分の信号電荷を、図2(b)及び図2(c)に示す垂直転送パルス $\Phi P1$ 、 $\Phi P2$ により水平レジスタに転送し、水平レジスタに転送した信号電荷を図2(e)及び図2(f)に示す水平転送パルス $\Phi S1$ 、 $\Phi S2$ によって順次出力アンプ部に転送し、CCD14のアンプ部は転送された電荷を電圧に変換して図2(g)に示すCCD14の出力信号として出力する。

【0040】これにより、CCD14は、CCD駆動手段16から電荷増倍機構CMDへの感度制御パルス ϕCMD のパルス数を変化させることにより、所望の感度 (CMD増倍率) を得ようになっている。

【0041】次に、図3を用いてCCD14の電荷増倍機構CMDへ印加するパルス数とCMD増倍率 (CMDでの信号電荷増倍率) の関係を説明する。

【0042】図3に示すように、電荷増倍機構CMDの増倍率は電荷増倍機構CMDへ印加するパルス数に比例して指数関数的に増倍する特性を有する。

【0043】尚、電荷増倍機構CMDへ印加するパルス電圧値の大きさにより指数関数の急峻度は変化し、電圧を増加させれば同じCMD増倍率を得る際に更に少ないパルス数で良く、電圧を小さくすれば同じCMD増倍率を得るには多くのパルス数が必要となる。

【0044】尚、通常光モード時は、 $T2$ 期間に感度制御パルス ϕCMD がCCD14に出力されない。

【0045】感度制御パルス ϕCMD のパルス数が0パルス時は、CMD増倍率1倍 (増倍なし) で、一般のCCD感度と同一特性となる。尚、通常光モード時は、予め設定された感度制御パルス ϕCMD のパルス数をCCD14に出力しても良い。

【0046】タイミングコントローラ15は、CCD駆動手段16、CCD感度制御手段17、画像処理手段19、RGB回転フィルタ制御手段37に接続し、同期を取っている。

【0047】画像処理手段19は、モード切替手段40からのモード切替信号に応じて、通常光/特殊光モード

で異なる動作を行うようになっている。

【0048】通常光モードでは、画像処理手段19は、CCD14からの出力信号をテレビジョン信号に変換し、モニタ6等の表示手段や記録手段に出力するとともに、測光手段20に輝度信号を出力する。

【0049】通常光モードでは、画像処理手段19は、CCD14からの3波長(R1赤、G1緑、B1青)に対するホワイトバランス補正を行うため、3波長でホワイトバランス係数が異なる。

【0050】特殊光モード(蛍光観察)では、画像処理手段19は、CCD14からの3波長に対応する出力信号を蛍光観察用に画像演算処理し、モニタ6等の表示手段や記録手段に出力する。画像処理手段19は、測光手段20に各波長に対応する単色画像の画面平均値を出力する。

【0051】画像処理手段19は、特殊光モードの場合、CCD14からの3波長($E \times 1$ 、 $E \times 2$ 、 $E \times 3$)に対するホワイトバランス係数を、蛍光観察用のホワイトバランス係数に切り替える。蛍光観察用のホワイトバランス係数は、任意の係数に設定可能であるが、本実施の形態では1例として $E \times 1$ 、 $E \times 2$ 、 $E \times 3$ のホワイトバランス係数 $kE \times 1 : kE \times 2 : kE \times 3$ を $1 : 1 : 1$ とする。

【0052】測光手段20は、画像処理手段19の後段に接続され、モード切替手段40からのモード切替信号に応じて、通常光モードと特殊光モードで異なる動作を行う。

【0053】通常光モードでは、画像処理手段19内で画像処理された輝度信号が、画像処理手段19から測光手段20に入力する。

【0054】測光手段20は、術者が任意に設定したモニタ明るさ値と輝度信号を比較し、比較結果を絞り制御手段32に出力する。絞り制御手段32では、その大小情報に基づき、絞り31の開閉動作を制御する。

【0055】特殊光モードでは、画像処理手段19は、RGB回転フィルタ33の $E \times 1$ 、 $E \times 2$ 、 $E \times 3$ フィルタに対応するCCD14からの出力信号を測光手段20に入力する。測光手段20は、各波長で得られる単色光画像(蛍光、反射光2波長)の画面平均値をそれぞれ算出し、3波長の中から予め設定した単色光画像の画面平均値をCCD感度制御手段17に出力する。

【0056】ここで、本実施の形態では、一例として蛍光画像の画面平均値を設定することにする。しかしながら、予め設定する単色光画像は、反射光でも良いし、また、蛍光と反射光の合成画像でも良い。

【0057】CCD感度制御手段17は、モード切替手段40からのモード切替信号に応じて動作しており、特殊光モード(蛍光観察)時のみ動作する。

【0058】CCD感度制御手段17の主な機能はCMD-AGC機能とCMD増倍率比率一定制御機能の2つ

である。

【0059】CMD-AGC(オートゲインコントロール)機能は、CCD14の受光面に入射する強度の変化に対応し、CCD14からの出力信号レベルが一定となるように、電荷増倍機構CMDの増倍率を制御する機能である。

【0060】CMD増倍率比率一定制御機能は、RGB回転フィルタ33の $E \times 1$ 、 $E \times 2$ 、 $E \times 3$ フィルタに対応する画像撮像時において、これら3波長撮像時のCMD増倍率の比率を一定に制御する機能である。

【0061】以下、CCD感度制御手段17のCMD-AGC機能について詳細に説明する。CCD感度制御手段17は、CMD-AGC機能を発揮する場合、測光手段20から予め設定された波長の単色光画像(本実施の形態では蛍光画像)の画面平均値が入力され、その画面平均値と術者が任意に設定したモニタ明るさ値を比較する。CCD感度制御手段17は、前記比較結果(大小関係)から、CCD14の電荷増倍機構CMDに出力する感度制御パルスφCMDのパルス数を算出し、そのパルス数をCCD駆動手段16に出力する。

【0062】この場合のCCD感度制御手段17のパルス数の算出法を以下に説明する。CCD14内の電荷増倍機構CMDについて、図3に示した感度制御パルスφCMDのパルス数(CMDパルス)とCMD増倍率の関係は、下記の式(1)で表される。

$$\text{【0063】} \quad A(p) = C \exp(\alpha p) \quad \dots (1)$$

但し、 $A(p)$ は感度制御パルスφCMDがパルス数 p の時のCMD増倍率、 C 、 α は定数(デバイス固有の定数)である。

【0064】このような特性により、ある強度の被写体を撮像する場合、感度制御パルスφCMDのパルス数の増減により得られるCCD14の出力画像の画面平均値は指数関数的に変化する。

【0065】一方、CCD感度制御手段17にはアップダウンカウンタ(図示せず)が設けられている。アップダウンカウンタにはメモリが搭載されており、基準となる波長(本実施の形態では蛍光画像)に対する電荷増倍機構CMDへの感度制御パルスφCMDのパルス数が記憶される。

【0066】CCD感度制御手段17は、蛍光画像の画面平均値と術者が設定した所望のモニタ明るさの大小を比較し、蛍光画像が術者設定のモニタ明るさより小さい場合には、電荷増倍機構CMDの増倍率を増加させるためにアップダウンカウンタにより感度制御パルスφCMDのパルス数 p を1パルス増加して次の蛍光画像撮像タイミングにCCD駆動手段16に $(p+1)$ パルスを出力する。逆に、蛍光画像が術者設定のモニタ明るさよりも大きい場合、CCD感度制御手段17は、感度制御パルスφCMDのパルス数 p を1パルス減少させて、次の

蛍光画副最像タイミングにCCD駆動手段16に(p-1)パルス出力する。ここで新たに出力された感度制御パルスφCMDのパルス数はアップダウンカウンタ搭載のメモリに上書きされ、記憶される。

【0067】このようにCCD感度制御手段17は、被写体からの蛍光強度の増減に対し、蛍光画像の画面平均値と術者が設定したモニタ明るさが一致するように、蛍光画像の画面平均値と術者設定のモニタ明るさの比較し感度制御パルスφCMDのパルス数の増減を行う。

【0068】また、CCD感度制御手段17は、感度制御パルスφCMDのパルス数の上限値及び下限値を任意に設定可能で、その範囲内の感度制御パルスφCMDのパルス数をCCD駆動手段16に出力する。

【0069】以下、CCD感度制御手段17のCMD増倍率の比率一定制御機能について詳細に説明する。

【0070】CCD感度制御手段17は、CMD増倍率の比率一定制御機能を発揮する場合、CCD感度設定手段18から、基準となる波長(本実施の形態では蛍光画像)のCMD増倍率に対して、残り2波長が所望するCMD増幅率の比率に相当するパルス数(差分)がそれぞれ入力される。

【0071】CCD感度制御手段17のアップダウンカウンタに搭載されたメモリには、基準となる波長の電荷増倍機構CMDへの感度制御パルスφCMDのパルス数が記憶されている。

【0072】CCD感度制御手段17には、パルス数演算手段(図示せず)が設けられており、アップダウンカウンタのメモリに記憶された前記基準となる波長の感度制御パルスφCMDのパルス数から、CCD感度設定手段18により入力されたパルス数をプラスあるいはマイナスの演算を行う。

【0073】CCD感度制御手段17は、反射光画像(2画像)を撮像するタイミングに合わせて、蛍光画像撮像時にCCD駆動手段16に出力する感度制御パルスφCMDのパルス数から、CCD感度設定手段18から入力されたパルス数をそれぞれパルス数演算手段にて減算あるいは加算してCCD駆動手段16に出力する。

【0074】次に、図4及び図5を用いて、電荷増倍機構CMDに入力されるパルス数を変化させ、CMD増倍率を変化させた場合のプロセッサ3の出力段における被写体強度に対する信号出力のレベル及び信号ノイズ比S

$$\begin{aligned} A(p-k)/A(p) &= C \exp\{\alpha(p-k)\} / C \exp(\alpha p) \\ &= \exp(-\alpha k) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

式(3)より、基準となる蛍光画像のCMD増倍率に対して、反射光のCMD増倍率をある一定の比率をもって得たい場合には、CCD感度設定手段18は、 $\exp(-\alpha k)$ に相当するパルス数kを蛍光画像時の感度制御パルスφCMDのパルス数から減算すれば良い。CCD感度設定手段18は、パルス数を減算する場合には基準となるCMD増倍率よりも小さいCMD増倍率が得ら

／Nについて説明する。

【0075】図4に示すように、プロセッサ3の出力段における出力信号のレベルは、CMD増倍率が大きくなるに従い被写体強度に対して大きな出力信号となる。

【0076】図5に示すように、プロセッサ3の出力段における出力信号の信号対ノイズ比S/Nは、CMD増倍率が大きくなるに従い被写体強度に対して大きいS/N比値となる。CMD増倍1倍との差は、被写体強度が低下するのに従い大きくなる。

【0077】このため、微弱領域(被写体強度が小さい)において、CMD増倍1倍(増倍なし)では、モニタ6上には、暗く、ノイズが多くて画質の低い画像が表示されるが、CMD増倍率を大きくするに従いモニタ6には明るく、ノイズが少ない高画質の画像が得られる。

【0078】次に、CCD感度設定手段18について詳細に説明する。CCD感度設定手段18は、特殊光モード時(蛍光観察)、図6に示すRGB回転フィルタ33の3波長(E_{x1}、E_{x2}、E_{x3})に対応する各画像を取得する際の電荷増倍機構CMD増倍率の比率を制御する手段となっている。

【0079】CCD感度設定手段18は、DIPスイッチやロータリDIPスイッチ等からなる設定手段が2組設けてあり、基準となる波長(本実施の形態では蛍光画像)のCMD増倍率に対して、残り2波長が所望するCMD増幅率の比率に相当するパルス数(差分)をそれぞれ任意に設定し、CCD感度制御手段17に出力する。

【0080】この場合のパルス数(差分)の設定方法について以下に説明する。ここで、CCD14内の電荷増倍機構CMDについて、感度制御パルスφCMDのパルス数とCMD増倍率の関係は、感度制御パルスφCMDのパルス数がpパルスの場合、前記式(1)で表示される。

【0081】感度制御パルスφCMDのパルス数が(p-k)パルスの場合には、式(2)が得られる。

【0082】
$$A(p-k) = C \exp\{\alpha(p-k)\} \quad \dots (2)$$
式(1)及び式(2)より、パルス数がpパルスと(p-k)パルスの場合のCMD増倍率の比率は式(3)で表示される。

【0083】

れ、逆にパルス数を加算すれば基準となるCMD増倍率よりも大きなCMD増倍率が得られる。CCD感度設定手段18は、感度制御パルスφCMDのパルス数の初期値を任意に設定可能である。

【0084】モード切替手段40は、通常光モード(通常光観察)と特殊光モード(蛍光観察)とのどちらかの観察モードを術者が任意に選択可能なスイッチとなつて

いる。

【0085】本実施の形態の場合、モード切替手段40は、プロセッサ3に設けられているが、内視鏡2に設けてもよい。

【0086】モード切替手段40は、回転フィルタ切替手段36、RGB回転フィルタ制御手段37、絞り制御手段32、測光手段20、CCD駆動手段16、CCD感度制御手段17、画像処理手段19に接続されており、観察モードに対応したモード切替制御信号を接続する各手段に出力する。

【0087】モード切替手段40に接続された各手段は、観察モードに応じた動作を行う。

【0088】次に、光源装置5の構成要素であるランプ30、絞り31、絞り制御手段32、RGB回転フィルタ33、モータ34、集光レンズ35、回転フィルタ切替手段36及びRGB回転フィルタ制御手段37について説明する。

【0089】ランプ30は照明光を発生する。集光レンズ35は、ランプ30からの照明光の光束をライトガイド25の後端面に集光する。

【0090】RGB回転フィルタ33はランプ30と集光レンズ35との間に挿入される。また、RGB回転フィルタ33は、モータ34の回転軸に回転可能に接続されている。

【0091】RGB回転フィルタ制御手段37は、観察モードによりRGB回転フィルタ33（モータ34）の回転速度を任意に制御可能である。例えば、RGB回転フィルタ制御手段37は、特殊光モードのモータ34の回転速度を通常光モードよりも遅くし、CCD14の露光時間を通常光モードよりも延長することも可能である。

【0092】ランプ30とRGB回転フィルタ33の間には絞り31が挿入されている。絞り31は、絞り制御手段32により開閉動作が制御され、ライトガイド25の後端面への光量を制御している。

【0093】絞り31の開閉位置は、特殊光モード時と通常光モード時とで異なる位置に保持される。

【0094】RGB回転フィルタ33は、図6に示すように内周部分と外周部分とに2組みのフィルタセット41、42を有する2重構造となっている。

【0095】内周部分の第1フィルタセット41は通常光モード用の赤（R1）、緑（G1）、青（B1）の分光特性を有する3枚のフィルタ41a、41b、41cより構成されている。

【0096】外周部分の第2のフィルタセット42は特殊光モード（蛍光観察）用の分光特性Ex1、Ex2、Ex3を有する3枚のフィルタ42a、42b、42cより構成されている。

【0097】分光特性Ex1のフィルタ42aは、390～470nm領域を透過する励起光用フィルタとなっ

ている。

【0098】分光特性Ex2のフィルタ42bは、中心波長550nm付近、半値幅10nm程度の狭帯域でかつ透過率が数%程度の分光特性を有する反射光用フィルタとなっている。

【0099】分光特性Ex3のフィルタ42cは、中心波長600nm付近、半値幅10nm程度の狭帯域でかつ透過率が数%程度の分光特性を有する反射光フィルタである。

【0100】フィルタ41a、41b、41cの間は遮光部となっている。この遮光部はCCD14の遮光期間（読み出し期間）に対応する。このことは第2フィルタセット42でも同様である。

【0101】回転フィルタ切替機構36は、モータ34を移動可能な状態で搭載しており、RGB回転フィルタ33の全体を移動して照明光軸上に配置している。この場合、回転フィルタ切替機構36は、ランプ30とライトガイド25の後端面とを結ぶ照明光軸上に内周側の第1フィルタセット41と外周側の第2フィルタセット42とを選択的に移動させ、第1フィルタセット41と第2フィルタセット42の切替を行っている。

【0102】通常光モード時にランプ30からの光ビームP1（図6の実線）は内周側のフィルタセット41に対向する。

【0103】特殊光モード時にランプ30からの光ビームP2（図6の破線）は外周側のフィルタセット42に対向する。

【0104】このような構成により特殊光モード時に内視鏡2の照明用レンズ26から照射される照明光は図7に示すような分光特性を有する。

【0105】（作用）本実施の形態の通常光モード及び特殊光モード（蛍光観察）の作用を以下に説明する。

【0106】術者は、図1に示す内視鏡2の挿入部10を患者体腔内（気管支、食道、胃、大腸等）に挿入し、観察を行う。

【0107】通常光モード（通常光観察）の場合には、図6に示す回転フィルタ33は、第1フィルタセット41が照明光路上に配置され、CCD14のCMD増倍率は1倍に設定される。ランプ30から照射された照明光は、第1フィルタセット41を通ることにより、R（赤）、G（緑）、B（青）の面順次照明光が生体組織に内視鏡2の照明用レンズ26から順次照射される。

【0108】生体組織からのR、G、Bの面順次照明光に対する反射光は、CCD14に順次入射されて、R、G、Bに対応する出力信号は画像処理手段19に入力され、モニタ6には通常光観察画像が表示される。

【0109】測光手段20では、1画面分の輝度信号と術者が設定したモニタ明るさの基準値が比較され、比較結果が絞り制御手段32に出力される。絞り制御手段32は、比較結果に応じて絞り31の開閉制御を行う。

【0110】測光手段20の比較において、被写体が設定された基準値よりも明るい場合は、絞り制御手段32が絞り31を閉じる方向（ライトガイド後端面への照射強度が小さくなる）に動作させる。

【0111】一方、測光手段20の比較において、被写体が暗い場合は、絞り制御手段32が絞り31を開ける方向（ライトガイド後端面への照射強度が大きくなる）に動作させる。

【0112】このように絞り31を開閉して、生体組織への照射強度を変化させることによりモニタ6の明るさは術者の設定値が維持される自動調光動作が行われる。

【0113】尚、モニタ6の明るさの基準値設定は、例えば測光手段20にキーボード等の入力手段を接続して、術者が任意の明るさを設定できる。

【0114】モニタ6に表示される被写体画像の出力信号及びS/Nの各特性は、図4及び図5の中でCMD増倍1倍に該当する特性となる。

【0115】特殊光モード（特殊光観察：蛍光観察）の場合には、術者はモード切替手段40を構成するモード切替スイッチで特殊光モード（蛍光観察）を選択する。それにより、回転フィルタ切替機構36が動作して図6に示す回転フィルタ33は、第2フィルタセット42が照明光路上に配置され、絞り31は例えば全開の位置に保持され、ライトガイド25の後端面には強い照明光が入射させる。

【0116】ランプ30から照射された照明光は、回転するRGB回転フィルタ33の第2フィルタセット42を通ることにより、順次、フィルタE×1に対応する青領域の励起光、フィルタE×2に対応する緑狭帯域光、フィルタE×3に対応する赤狭帯域光となり、集光レンズ35を介してライトガイド25の後端面に入射される。これにより、内視鏡2の先端部に設けられた照明用レンズ26から生体組織には、図7に示すような分光特性の照明光が順次（間欠的）照射される。

【0117】生体組織へ励起光が照射した場合、対物レンズ12には、励起光自身の反射光及び励起光により生体組織から発せられた自家蛍光（例えば、NADH、フラビン等に起因）が入射する。対物レンズ12を通過した光の内、励起光自身の反射光は励起光カットフィルタ13によりカットされ、CCD14の受光部には自家蛍光が入射する。また、生体組織へ緑狭帯域及び赤狭帯域が照射した場合、生体組織から緑狭帯域及び赤狭帯域の反射光が対物レンズ12に入射し、対物レンズ12を通過した光は励起光カットフィルタ13を介してCCD14の受光面に入射する。

【0118】これにより、生体組織からの蛍光、緑反射光（緑狭帯域）、赤反射光（赤狭帯域）は、CCD14に順次入射される。

【0119】CCD14の各波長に対応する出力信号は、画像処理手段19に入力され、蛍光観察用の画像演

算処理が行われ、モニタ6に蛍光観察画像が表示される。

【0120】画像処理手段19では、蛍光、緑反射光、赤反射光の3波長を撮像する場合のホワイトバランス係数は、特殊光モード（蛍光観察）用に、例えば蛍光：緑反射光：赤反射光＝1：1：1に設定される。

【0121】自家蛍光強度は、反射光強度に対して非常に弱い特性を有しているため、図7に示すような照射光を正常な生体組織に照射すると、CCD14受光面にはおおよそ図8に示すような自家蛍光と反射光（緑狭帯域、赤狭帯域）のスペクトルが得られる。ここで、各スペクトルの強度比はおおよそ蛍光：緑反射光（緑狭帯域）：赤反射光（赤狭帯域）＝1：5：10となる。

【0122】自家蛍光と反射光（緑狭帯域、赤狭帯域）に対するCMD増倍率の比率の設定について以下に詳細に説明する。

【0123】図9には、CCD14の電荷増倍機構CMDのCMDへのパルス数とCMD増倍率の関係が示されている。

【0124】ここで、例えば、図8の照明光を正常組織に照射することで正常組織から得られる蛍光、緑反射光、赤反射光をCCD14が順次受光した場合に、蛍光、緑反射光、赤反射光にそれぞれ対応したCCD14からの出力信号レベルが同一になるよう、CCD感度設定手段18は、各波長のCMD増倍率の比率を求め、その比率に相当するパルス数を算出する。

【0125】図8から各波長のスペクトル強度比は蛍光：緑反射光：赤反射＝1：5：10となる。このため、各波長のCMD増倍率の比率は蛍光：緑反射光：赤反射光＝10：2：1となる。

【0126】被写体（生体組織）を撮像する場合、各波長のCMD増倍率を上記で求めた比率を維持して撮像すれば、CCD14の出力信号はほぼ同一レベルが得られる。

【0127】例えば、CMD増倍率60倍を基準として考えると、CMD増倍率60倍を得るにはCMD入力パルス数が127パルスとなる。各波長のCMD増倍率の比率は蛍光：緑反射光：赤反射光＝10：2：1であるから、蛍光のCMD増倍率を60倍とすると、各CMD増倍率はそれぞれ蛍光：緑反射光：赤反射光＝60：12：6となる。

【0128】これより、緑反射光及び赤反射光のCMD増倍率がそれぞれ12倍及び6倍となるCMD入力パルス数はそれぞれ77パルス及び55パルスとなる。

【0129】従って、蛍光撮像時に必要なCMD増倍率を得るパルス数を基準にすると、緑反射光及び赤反射光撮像時のCMD入力パルス数はパルス数演算手段にて蛍光撮像時のCMD入力パルス数から50パルス（＝127－77）及び72パルス（＝127－55）を減算すれば良い。この場合、CCD感度設定手段18には、基

準となる波長（本実施の形態では蛍光画像）のCMD増倍率に対して、緑反射光及び赤反射光が所望するCMD増倍率の比率に相当するパルス数（差分）をそれぞれ50パルス及び72パルスに設定する。

【0130】CMD-AGC動作について以下に説明する。測光手段20では、基準となる蛍光画像1画面分のCCD14出力信号の平均値が算出され、CCD感度制御手段17に出力される。

【0131】CCD感度制御手段17では、蛍光画像の画面平均値と術者が設定した所望のモニタ明るさを比較する。尚、モニタ6の蛍光画像の明るさ設定値は、例えばCCD感度制御手段17にキーボードやスイッチ等の入力手段を接続して、術者が任意に明るさも設定できる。CCD感度制御手段17の比較において蛍光画像が術者設定値よりも小さい場合、CCD感度制御手段17は、電荷増倍機構CMDの増倍率を増加させるためにCMD入力パルス数を現状よりも1パルス増加して次の蛍光画像撮像タイミングにCCD駆動手段16を介してCCD14の電荷増倍機構CMDに出力する。逆に、CCD感度制御手段17の比較において蛍光画像が術者設定値よりも大きい場合、CCD感度制御手段17は、CMD入力パルス数を1パルス減少させて、次の蛍光画像撮像タイミングにCCD駆動手段16を介してCCD14の電荷増倍機構CMDに出力する。

【0132】これにより、プロセッサ3の出力信号値が術者の設定値よりも小さい場合は、CCD14のCMD増倍率は大きくなり、逆に、プロセッサ3の出力信号値が設定値よりも大きい場合は、CCD14のCMD増倍率が小さくなるようにオートゲインコントロールされる。

【0133】CMD増倍率の比率一定制御動作の具体的な例について以下に説明する。

【0134】CCD感度制御手段17は、緑反射光及び赤反射光の撮像タイミングに合わせて、蛍光画像撮像時にCCD14の電荷増倍機構CMDへの入力パルス数から、CCD感度設定手段18に設定された50パルス及び72パルスをそれぞれマイナスして、駆動手段16を介してCCD14の電荷増倍機構CMDに出力する。

【0135】例として、術者が患者体腔内を特殊光モード（蛍光観察）している状況を想定する。

【0136】この場合には、内視鏡2が被写体である生体組織から遠点距離で観察する状況を考え、オートゲインコントロールにより蛍光単色画像を得るために必要なCMD増倍率を60倍（CMD入力パルス数は127パルス）になったとする。

【0137】CCD14が蛍光画像をCMD60倍の条件で撮像すると、モニタ6に表示される蛍光画像と反射光画像の蛍光観察用に処理された合成画像は、術者が設定した所望の明るさとなる。この時、緑反射光及び赤反

射光撮像時のCMD増倍率は、前に述べたように、基準となる蛍光画像のCMD増倍率に対して1/5及び1/10が必要となる。このため、緑反射光及び赤反射光撮像時のCMD入力パルス数は、CCD感度設定手段18からの設定値に基づいて、それぞれ77パルス（127パルス-50パルス）及び55パルス（127パルス-72パルス）となる。

【0138】ここで、内視鏡2が生体組織に近づく近接からの観察状況に変わり、オートゲインコントロールにより、蛍光単色画像を得るために必要なCMD増倍率が40倍（CMD入力パルス数は115パルス）になったとする。この時、緑反射光及び赤反射光の撮像タイミング時のCMD入力パルス数は65パルス（=115パルス-50パルス）及び45パルス（=115パルス-72パルス）となる。

【0139】尚、CMDに65パルス及び45パルスが入力されるとCMD増倍率は8倍及び4倍（図9参照）となり、各波長のCMD増倍率の比率は、蛍光：緑反射光：赤反射光=40：8：4=10：2：1となり、最初に設定した値が維持されていることが分かる。

【0140】このように、本実施の形態では、被写体の強度変化に対応して蛍光単色画像は常に一定のCCD14出力信号レベルが得られるようにCMD増倍率がオートゲインコントロールされ、緑反射光及び赤反射光を撮像時のCMD増倍率は基準となる蛍光画像撮像時のCMD増倍率と一定の比率を維持しながらオートゲインコントロールされる。また、モニタ6には、図4及び図5に示すような被写体画像の出力信号及びS/Nの各特性が得られる。特に微弱光領域において、CCD14の電荷増倍機構CMDへの入力パルス数を大きくすることにより、出力信号及びS/Nは大幅に向上し、モニタ6には適切な明るさかつ高画質の蛍光観察画像が表示される。

【0141】（効果）以上説明したように図1乃至図9に示した第1の実施の形態によれば、1つの固体撮像素子で複数の特定波長領域の光の撮像を行うとともに、特殊光モード（蛍光観察）時、強度の大きく異なる蛍光や反射光を撮像する際に、波長毎にCCD14の電荷増倍機構CMDの増倍率の比率が一定に維持されるため、蛍光や反射光の単色画像を適切な明るさで撮像でき、それらの合成画像の蛍光観察画像として適切な明るさで、かつ、高画質な画像が得られる。

【0142】（第2の実施の形態）図10ないし図14は本発明の第2の実施の形態に係り、図10は内視鏡装置の概略の構成を示すブロック図、図11はCCDのブロック図、図12は特殊光モード時におけるCCD駆動信号とCCD出力信号のタイミングチャート、図13は図12の感度制御パルスφCMD、ΦS1、ΦS2のタイミングチャート、図14はCCD感度に関するCMD電圧とCMD増倍率の関係を示すグラフである。図10において、図1の実施の形態と同様の構成要素には同じ

符号を付して説明を省略している。

【0143】(構成)図10において、内視鏡装置101は、CCD114を内蔵した内視鏡102と、プロセッサ103と、モニタ6とから構成されている。

【0144】プロセッサ3は、信号処理装置104及び光源装置5を内蔵している。CCD駆動手段116、CCD感度制御手段117及びCCD感度設定手段118は、前記CCD14で受光する前記複数の特定波長領域の光の間の電荷増倍率の比率を設定する電荷増倍率設定手段になっている。

【0145】前記固体撮像素子のCCD114は、電荷増倍機構CMDを有し、この電荷増倍機構CMDにパルス状の高電界駆動信号が加えられることにより電荷増倍率の変更を行う。

【0146】前記電荷増倍率設定手段は、前記パルス状の高電界駆動信号のパルス電圧(CMD電圧)を変更することにより前記電荷増倍率の比率を設定する。

【0147】図11に示すように、CCD114は、イメージエリア201、OB(Optical Black)部202、水平レジスタ203、ダミー204、電荷増倍機構CMD部205及び検出アンプ206により主に構成されている。

【0148】電荷増倍機構CMD部205は、水平レジスタの段数と同数の段数を有する複数の電荷増倍機構CMDから構成されている。

【0149】CCD駆動手段116はCCD114に駆動信号を出力する。図12及び図13は特殊光モード時における駆動信号とCCD出力信号の関係を示すタイミングチャートであり、図12(a)は特殊光モード時のRGB回転フィルタ33の動作、図12(b)はCCD駆動手段116からCCD114に供給される垂直転送パルスΦP1、ΦP2、図12(c)はCCD114に供給される感度制御パルスφCMD、図12(d)はCCD駆動手段116からCCD114に供給される水平転送パルスΦS1、ΦS2、図12(e)はCCD114の出力信号である。図13(a)は図12(c)に示す感度制御パルスφCMDの時間軸を拡大して示し、図13(b)及び図13(c)は図12(b)に示す垂直転送パルスΦP1、ΦP2の時間軸を拡大して示している。

【0150】感度制御パルスφCMD、垂直転送パルスΦP1、ΦP2、水平転送パルスΦS1、ΦS2は、CCD駆動手段116からCCD114に出力される駆動信号である。

【0151】また、図12(c)及び図13(a)に示す感度制御パルスφCMDは、CCD感度制御手段117から入力される電圧可変のパルスである。

【0152】図12(a)に示すように、特殊光モード時において、RGB回転フィルタ33は露光期間T11と遮光期間T12で1サイクルの動作になっている。

【0153】期間T11は、ランプ30からの光を内視鏡102へ透過させる露光期間であり、この期間T11中にCCD114は被写体からその受光面に入射された光を光電変換により信号電荷としてイメージエリア201に蓄積する。

【0154】遮光期間T12は、ランプ30からの光を遮光してCCD114に読み出しを行わせる遮光期間になっている。

【0155】期間T12中にCCD114の電荷増倍機構CMDには、図12(c)に示す感度制御パルスφCMDが供給される。この状態で、CCD114は、期間T11でイメージエリア201に蓄積された1水平ライン分の信号電荷を、垂直転送パルスΦP1、ΦP2により水平レジスタ203に転送し、水平転送パルスΦS1、ΦS2によって水平レジスタ203及び電荷増倍機構CMD部205に転送し、複数の電荷増倍機構CMDで1段ずつ増倍及び転送が繰返されて、順次出力アンプ部206に送られる。CCD114の出力アンプ部206は転送された電荷を電圧に変換して図12(e)に示すCCD114の出力信号として出力する。

【0156】電荷増倍機構CMD部205において、1画素の信号電荷数に注目すると、複数のCMDを1段通るごとに少しずつ増倍されて、最終的には大きな増倍が得られる。即ち、本実施の形態では、CCD駆動手段116から電荷増倍機構CMDへの感度制御パルスφCMDのパルス電圧を変化させることにより、所望のCCD114の感度(CMD増倍率)を得る。

【0157】次に、図14を用いてCCD114の電荷増倍機構CMDへ印加する電圧とCMD増倍率(CMDでの信号電荷増倍率)の関係の一例を説明する。

【0158】図14において、CCD114は、電荷増倍機構CMDに印加する電圧があるしきい値(本実施の形態では15V)を上回るとCMD増倍が始まり、電圧値の増加に比例して指数関数的に増倍する特性を有する。

【0159】ここで、図14のグラフは、複数あるCMDの1段の特性を示すものではなく、複数CMDのトータルの増倍特性である。

【0160】また、通常光モード時は、T12期間に感度制御パルスφCMDがCCD駆動手段116に出力されない。

【0161】感度制御パルスφCMDが無い場合、または、印加電圧値がしきい値以下の場合には、CCD114は、一般のCCD感度と同一特性となる。

【0162】CCD感度制御手段117の主な機能はCMD-AGC機能とCMD増倍率比率一定制御機能の2つである。

【0163】CMD-AGC(オートゲインコントロール)機能は、CCD114受光面に入射する強度の変化に対応し、CCD114からの出力信号レベルが一定と

なるように、電荷増倍機構CMDの増倍率を制御する機能である。

【0164】CMD増倍率比率一定制御機能は、RGB回転フィルタ33のEx1、Ex2、Ex3フィルタに対応する画像撮像時において、これら3波長撮像時のCMD増倍率の比率を一定に制御する機能である。

【0165】以下、CCD感度制御手段117のCMD-AGC機能について詳細に説明する。

【0166】CCD感度制御手段117は、CMD-AGC機能を発揮する場合、測光手段20から予め設定された波長の単色光画像（本実施の形態では蛍光画像）の画面平均値が入力され、その画面平均値と術者が任意に

$$M(V) = D \exp(\beta(V - V_{th})) \quad \dots (4)$$

但し、 $M(V)$ は感度制御パルスφCMD電圧値がVの時のCMD増倍率、 V_{th} はCMD増倍が開始されるしきい値電圧、D、 β はデバイス固有の定数である。

【0170】このような特性により、ある強度の被写体を撮像する場合、感度制御パルスφCMDの電圧値の増減により画像の画面平均値は指数関数的に変化する。

【0171】CCD感度制御手段117にはアップダウンカウンタが設けられている。CCD感度制御手段117は、蛍光画像の画面平均値と術者が設定した所望のモニタ明るさの大小を比較し、蛍光画像が術者設定のモニタ明るさより小さい場合は、電荷増倍機構CMDの増倍率を増加させるためにアップダウンカウンタにより感度制御パルスφCMD電圧を ΔV 増加して次の蛍光画像撮像タイミングにCCD駆動手段116に電圧値($V + \Delta V$)を出力する。逆に、蛍光画像が術者設定のモニタ明るさよりも大きい場合は、感度制御パルスφCMD電圧値を ΔV 減少させて、次の蛍光画像抽象タイミングにCCD駆動手段116に電圧値($V - \Delta V$)を出力する。

【0172】これにより、CCD感度制御手段117は、被写体の蛍光強度の変化に対し、蛍光画像の画面平均値と術者が設定したモニタ明るさが一致するように蛍光画像の画面平均値と術者設定のモニタ明るさの比較及び電圧値の増減を行う。

【0173】CCD感度制御手段117が出力する感度制御パルスφCMDの電圧値には上限値、下限値が任意に設定可能で、その範囲内の感度制御パルスφCMDの電圧値がCCD駆動手段116に出力される。

【0174】以下、CCD感度制御手段117のCMD増倍率の比率一定制御機能について詳細に説明する。

【0175】CCD感度制御手段117は、CMD増倍率の比率一定制御機能を発揮する場合、CCD感度設定手

$$M(V - \Delta V) = D \exp(\beta(V - V_{th} - \Delta V)) \quad \dots (5)$$

式(4)及び式(5)より、感度制御パルスφCMD電圧値がVと電圧値が($V - \Delta V$)とのCMD増倍率の比

$$\begin{aligned} & M(V - \Delta V) / M(V) \\ &= D \exp(\beta(V - V_{th} - \Delta V)) / D \exp(\beta(V_{th} - V)) \\ &= \exp(-\beta \Delta V) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

設定したモニタ明るさ値を比較する。CCD感度制御手段117は、前記比較結果（大小関係）から、CCD駆動手段116からCCD114の電荷増倍機構CMDに出力する感度制御パルスφCMDの電圧値を算出し、その電圧を有するパルスをCCD駆動手段116に出力する。

【0167】CCD感度制御手段117の感度制御パルスφCMDの電圧値の算出法を以下に説明する。

【0168】CCD114内の電荷増倍機構CMDについて、図14に示した感度制御パルスφCMDの電圧値とCMD増倍率の関係は、下記の式(4)で表される。

【0169】

段118から、基準となる波長（本実施の形態では蛍光画像）のCMD増倍率に対して、残り2波長が所望するCMD増倍率の比率に相当する電圧値（差分）がそれぞれ入力（設定）される。

【0176】CCD感度制御手段117は、反射光画像（2画像）を撮像するタイミングに合わせて、蛍光画像撮像時にCCD駆動手段116に出力する感度制御パルスφCMDの電圧値から、CCD感度設定手段118から入力された電圧値をそれぞれ減算（あるいは加算）してCCD駆動手段116に出力する。

【0177】CCD感度設定手段118は、特殊光モード時（蛍光観察）、RGB回転フィルタ33の3波長（Ex1、Ex2、Ex3）に対応する各画像を取得する際の電荷増倍機構CMD増倍率の比率を設定する手段である。

【0178】CCD感度設定手段118は、DIPスイッチやロータリDIPスイッチ等からなる設定手段を2組有しており、基準となる波長（本実施の形態では蛍光画像）のCMD増倍率に対して、残り2波長が所望するCMD増倍率の比率に相当する電圧値（差分）をそれぞれ任意に設定し、CCD感度制御手段117に出力する。

【0179】この場合の感度制御パルスφCMD電圧値（差分）の設定方法について以下に説明する。

【0180】ここで、CCD114内の電荷増倍機構CMDについて、感度制御パルスφCMD電圧値とCMD増倍率の関係は、感度制御パルスφCMD電圧値がVの場合、前記式(4)で表示される。

【0181】感度制御パルスφCMDの電圧値が($V - \Delta V$)の場合には、式(5)が得られる。

【0182】

率は式(6)で表示される。

【0183】

式(6)より、基準となる蛍光画像のCMD増倍率に対して、反射光のCMD増倍率をある一定の比率を得たい場合には、 $\text{Exp}(-\beta \Delta V)$ に相当する電圧値 ΔV を蛍光画像時における感度制御パルス ϕ のCMDの電圧値から減算すれば良い。電圧値を減算する場合は基準となるCMD増倍率よりも小さいCMD増倍率が得られ、逆に電圧値を加算すれば基準となるCMD増倍率よりも大きなCMD増倍率が得られる。

【0184】(作用) 図10ないし図14に示した第2の実施の形態の作用で図1乃至図9に示した第1の実施の形態と異なるのは、第1の実施の形態ではCMD増倍率制御をパルス数で行っていたものを第2の実施の形態ではCMD増倍率制御を電圧値で行うようにしたことである。これ以外の第2の実施の形態の作用は、基本的に第1の実施の形態と同じである。

【0185】(効果) このような第2の実施の形態によれば、図1乃至図9に示した第1の実施の形態と同様の効果が得られるとともに、CCD114の全部画素の信号電荷は、同じ電荷増倍機構CMDにより増倍されるため、CMD増倍率のバラツキがなく、第1の実施の形態よりも高画質な画像が得られる。

【0186】尚、図1乃至図14に示した実施の形態では、内視最先端に1つのCCDを搭載した例を示したが、内視鏡先端に2つのCCDを配設し、第1のCCDを通常光モード用、第2のCCDを特殊光モード用にしても良い。その場合は、例えば内視鏡2内にリレー等からなるCCD駆動切替手段を設けて、プロセッサからの観察モード切り替え信号に応じて各観察モードに対応するCCDを駆動させれば良い。

【0187】また、図1乃至図14に示した実施の形態では、CCDを内視鏡の先端部に搭載したが、CCDを内視鏡外部に搭載して、内視鏡内に設けられたイメージファイバを介して画像を得る構成にしても良い。その場合、CCDはイメージファイバを有する内視鏡に着脱自在、あるいは、内視鏡一体型としても良い。

【0188】ここで、図1乃至図14に示した実施の形態では、強度の大きく異なる蛍光と反射光を同一の露光時間(蓄積時間)で撮像しているため、CCDで生成される信号電荷数は蛍光と反射光で大きく異なる。そのため、波長間の電荷増倍機構CMDの増倍率の比率も大きくなってしまい、CCDのダイナミックレンジは小さくなる。このことに対応して、CCDに電子シャッター機構を設けても良い。CCDに電子シャッターを用い、強度の大きい反射光よりも強度の小さい蛍光の露光時間(蓄積時間)を長くすることにより、CCDで生成される蛍光と反射光の信号電荷数の比率を小さくでき、波長間のCMD増倍率の比率を小さくすることができる。これにより、CCDのダイナミックレンジをより大きくすることができる。

【0189】さらに、図1乃至図14に示した実施の形

態では、特殊光モードの3波長を蛍光、緑反射光、赤反射光としたが、蛍光用の励起光の波長数、励起光の波長帯域、反射光の波長数、中心波長、半値幅、透過率等の選択や組み合わせは、各種適用可能である。

【0190】[付記] 以上詳述したような本発明の上記実施の形態によれば、以下の如き構成を得ることができる。

【0191】(付記項1) 電荷増倍率を変え感度可変可能な固体撮像素子を有する内視鏡と、前記固体撮像素子からの出力信号を処理する信号処理手段と、複数の特定波長領域の特殊光を被写体に照射する光源装置と、前記特殊光の波長間に対して前記固体撮像素子の電荷増倍率の比率を一定に設定する感度設定手段と、を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

【0192】(付記項2) 複数のパルス状の駆動信号を供給することにより電荷増倍率を変え感度可変可能な固体撮像素子を有する内視鏡と、前記固体撮像素子からの出力信号を処理する信号処理手段と、複数の特定波長領域の特殊光を被写体に照射する光源装置と、感度制御パルス数を可変して前記特殊光の波長間に対して前記固体撮像素子の電荷増倍率の比率を一定に設定する感度設定手段と、を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

【0193】(付記項3) パルス状の駆動信号の電圧を供給することにより電荷増倍率を変え感度可変可能な固体撮像素子を有する内視鏡と、前記固体撮像素子からの出力信号を処理する信号処理手段と、複数の特定波長領域の特殊光を被写体に照射する光源装置と、感度制御パルスの電圧値を可変して前記特殊光の波長間に対して前記固体撮像素子の電荷増倍率の比率を一定に設定する感度設定手段と、を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

【0194】(付記項4) 前記複数の特定波長領域の特殊光は、蛍光用の励起光と反射光用の照明光であることを特徴とする付記項1乃至3のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0195】(付記項5) 前記複数の特定波長領域の特殊光は、蛍光用の青色励起光と反射光用の緑領域及び赤領域の狭帯域光であることを特徴とする付記項1乃至3のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0196】(付記項6) 前記信号処理手段は、前記複数の特定波長領域の特殊光に対してホワイトバランス係数を設定することを特徴とする付記項1乃至5のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0197】(付記項7) 観察モードとして、通常光により観察を行う通常光モードと、前記複数の特定波長領域の特殊光により観察を行う特殊光モードとを切り替えるモード切替手段を設けたことを特徴とする付記項1乃至6のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0198】(付記項8) 前記特殊光モードは、蛍光観察であることを特徴とする付記項7記載の内視鏡装

置。

【0199】(付記項9) 前記特殊光モードは、蛍光と反射光の合成画像からなる蛍光観察であることを特徴とする付記項7記載の内視鏡装置。

【0200】(付記項10) 前記信号処理手段は、観察モード毎にホワイトバランス係数を切り替える切替手段を有することを特徴とする付記項7乃至9のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0201】(付記項11) 前記複数の特定波長領域の特殊光の内一つの特定波長領域の特殊光に対して前記固体撮像素子の出力信号レベルが一定となるように前記電荷増倍率を制御する感度制御手段を設けたことを特徴とする付記項1乃至10のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0202】(付記項12) 前記複数の特定波長領域の特殊光の内一つの特定波長領域の特殊光に対して前記固体撮像素子の出力信号レベルが一定となるように感度制御パルスのパルス数を可変して前記電荷増倍率を制御する感度制御手段を設けたことを特徴とする付記項1乃至11のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0203】(付記項13) 前記複数の特定波長領域の特殊光の内一つの特定波長領域の特殊光に対して前記固体撮像素子の出力信号レベルが一定となるように感度制御パルスの電圧値を可変して前記電荷増倍率を制御する感度制御手段を設けたことを特徴とする付記項1乃至11のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0204】(付記項14) 前記感度設定手段が前記特殊光の波長間に対して前記固体撮像素子の電荷増倍率の比率を一定に設定する場合に基準となる波長は、蛍光画像の波長であることを特徴とする付記項1乃至13のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0205】(付記項15) 前記感度設定手段が前記特殊光の波長間に対して前記固体撮像素子の電荷増倍率の比率を一定に設定する場合に基準となる波長は、反射光画像の波長であることを特徴とする付記項1乃至13のいずれかに記載の内視鏡装置。

【0206】

【発明の効果】以上述べた様に本発明によれば、1つの固体撮像素子で複数の特定波長領域の光の撮像を行うとともに、強度が大きく異なる複数の特定波長領域の光を、それぞれ適切な明るさの画像として捉え、これらの合成した画像を適切な状態にすることができるので、この場合の画像を適切な明るさで、かつ、高画質の画像にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る内視鏡装置の概略の構成を示すブロック図。

【図2】図1の第1の実施の形態のCCD駆動のタイミングチャート。

【図3】図1の第1の実施の形態のCCD感度に関する

感度制御パルスφCMDのパルス数とCMD増倍率の関係を示すグラフ。

【図4】図1の第1の実施の形態のCCD感度に関するCCD感度特性における被写体強度と出力信号の出力レベルとの関係を示すグラフ。

【図5】図1の第1の実施の形態のCCD感度に関するCCD感度特性における被写体強度と出力信号のS/Nとの関係を示すグラフ。

【図6】図1の第1の実施の形態のRGB回転フィルタに設けた2つのフィルタセットの構成を示す正面図。

【図7】図1の第1の実施の形態の蛍光観察における光源装置の分光特性を示すグラフ。

【図8】図1の第1の実施の形態の蛍光観察における蛍光及び反射光の分光特性を示すグラフ。

【図9】図1の第1の実施の形態のCCD感度に関する感度制御パルスφCMDのパルス数とCMD増倍率の関係を示すグラフである。

【図10】本発明の第2の実施の形態に係る内視鏡装置の概略の構成を示すブロック図。

【図11】図10の第2の実施の形態のCCDのブロック図。

【図12】図10の第2の実施の形態の特殊光モード時におけるCCD駆動信号とCCD出力信号のタイミングチャート。

【図13】図12の感度制御パルスφCMD、ΦS1、ΦS2のタイミングチャート。

【図14】図10の第2の実施の形態のCCD感度に関するCMD電圧とCMD増倍率の関係を示すグラフ。

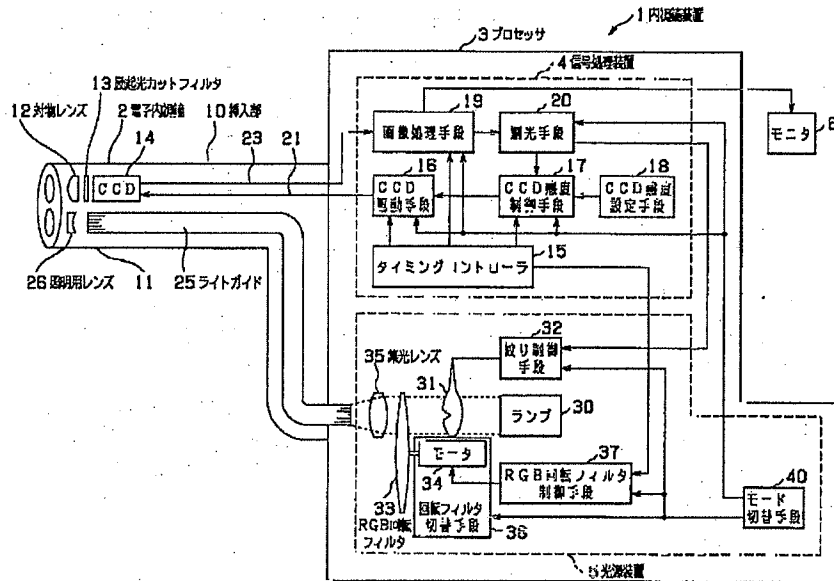
【符号の説明】

- | | |
|----|--------------|
| 1 | …内視鏡装置 |
| 2 | …内視鏡 |
| 3 | …プロセッサ |
| 4 | …信号処理装置 |
| 5 | …光源装置 |
| 6 | …モニタ |
| 10 | …挿入部 |
| 12 | …対物レンズ |
| 13 | …励起光カットフィルタ |
| 14 | …CCD |
| 15 | …タイミングコントローラ |
| 16 | …CCD駆動手段 |
| 17 | …CCD感度制御手段 |
| 18 | …CCD感度設定手段 |
| 19 | …画像処理手段 |
| 20 | …測光手段 |
| 25 | …ライトガイド |
| 26 | …照明用レンズ |
| 30 | …ランプ |
| 31 | …絞り |
| 32 | …絞り制御手段 |

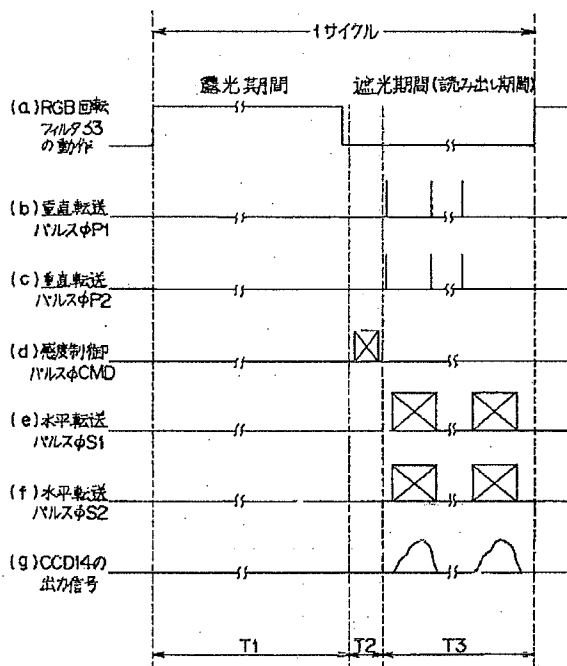
33 …RGB回転フィルタ
34 …モータ
35 …集光レンズ

36 …回転フィルタ切替手段
37 …RGB回転フィルタ制御手段
40 …モード切替手段

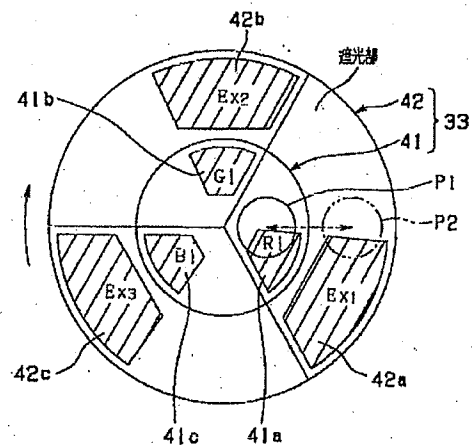
【図1】



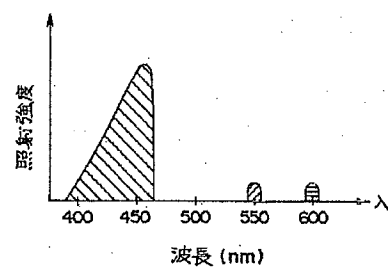
【図2】



【図6】

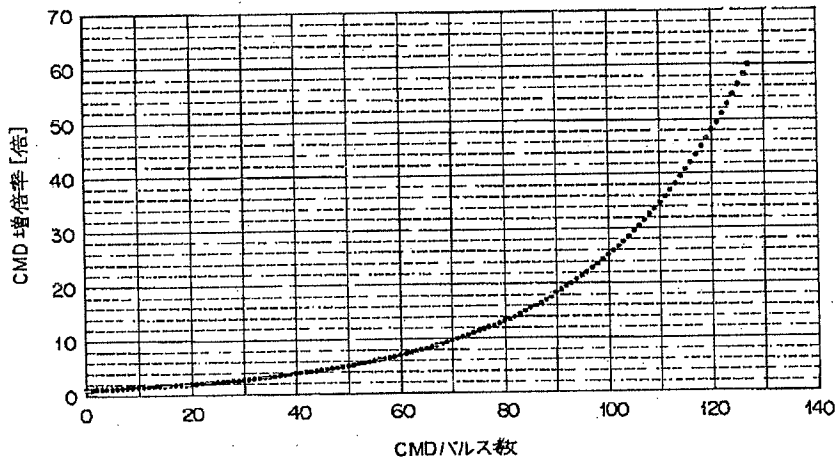


【図7】

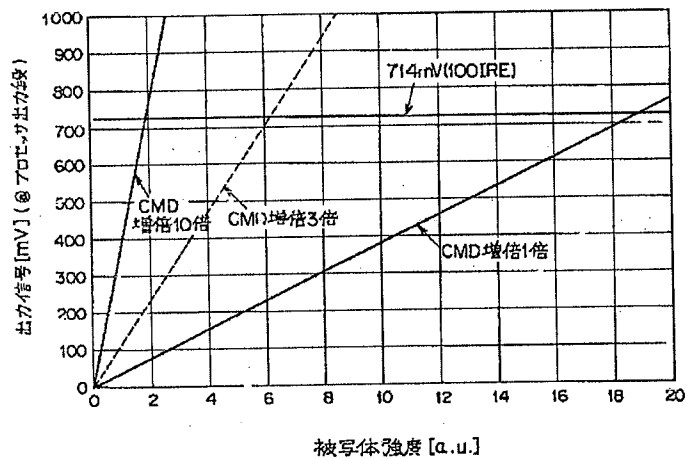


【図3】

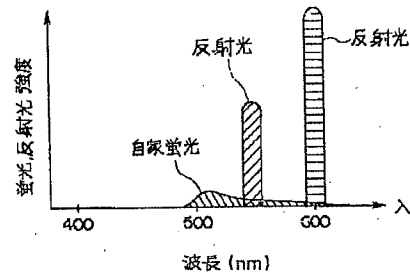
CMDパルス数とCMD増倍率の関係



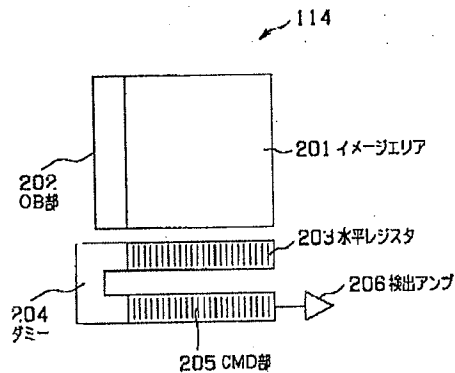
【図4】



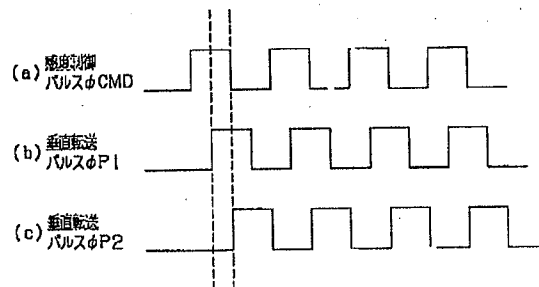
【図8】



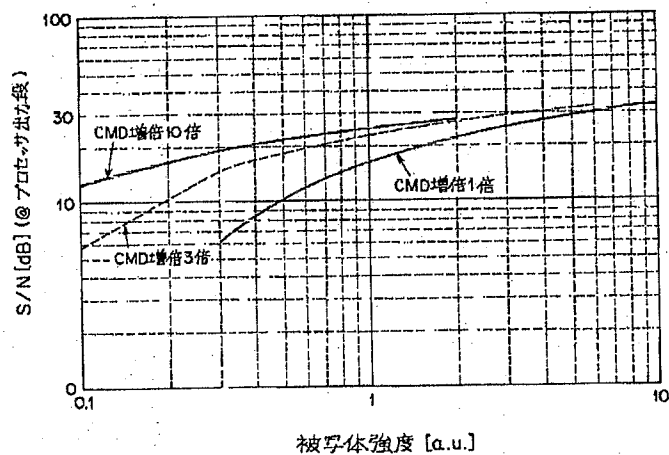
【図11】



【図13】

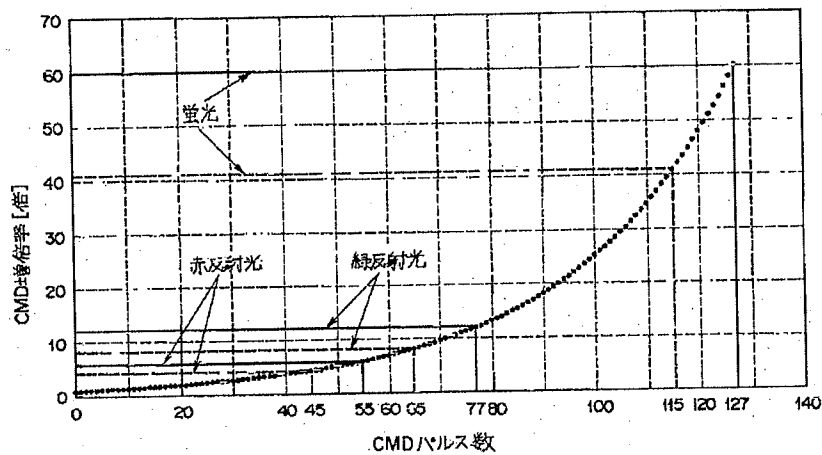


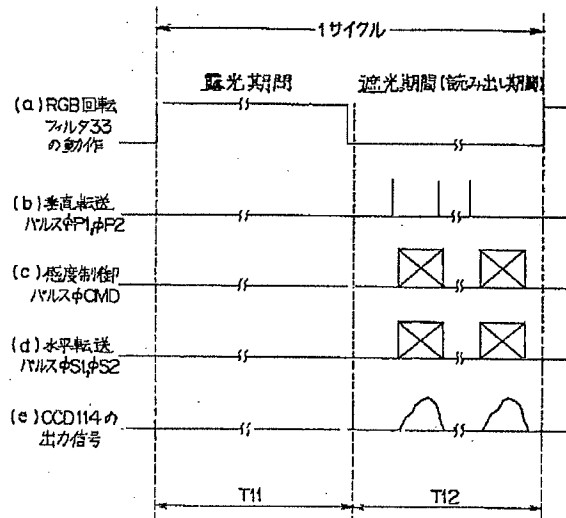
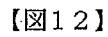
【図5】



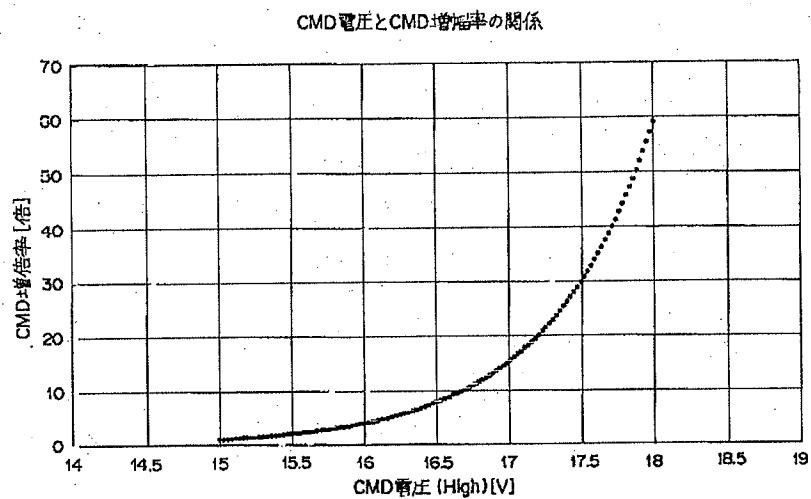
【図9】

CMDパルス数とCMD増倍率の関係





【図14】



フロントページの続き

Fタム(参考) 2H040 CA04 GA02 GA11
4C061 AA00 BB02 CC06 DD03 LL02
NN01 QQ04 QQ09 RR04 RR14
RR18 RR26 SS03 SS30
5C054 AA01 AA05 AA07 CC02 ED06
HA12